

спектров этих поверхностных проб показывает слабо развитый оксидогенез железа. На это указывает сохранность литогенных Fe(II)-минералов, а также отсутствие (гидр)оксидов железа с достаточно крупными и упорядоченными частицами, такими как гематита  $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$  или гетита  $\alpha\text{FeOOH}$  (их спектры не обнаружены). В ЯГР-спектрах 2-й серии поверхностных проб выделены два дублета b и c, между которыми проявляется корреляция от места отбора над залежами углеводородов и вне. Дублеты b и c с предельно большим расщеплением приписаны позиции  $\text{Fe}^{3+}$ , возможно в дитригональной полости матрицы или полиоксокатионной разновидности в межслое. Для  $\text{Fe}^{3+}$  (b и c) распределение квадрупольных расщеплений является результатом переменной окружающей среды, которая определяет следующие требования на идентификацию этой конфигурации: не ионно-обменная; очень деформированное место и имеет относительно слабую связь; состояние, способствующее структурному коллапсу, во время которого происходит значительное растворение. Окончательный вывод можно будет сделать по возможности расщепления спектра при низкотемпературном измерении.

Пробы 3-й серии отбирались из кернов контурных и законтурных скважин. ЯГР-спектры представляют собой или квадрупольные дублеты, или их сумму с зеемановскими секстетамы, отражающими наличие в минералах магнитного упорядочения. Секстет ( $\text{Fe}^0$ ) (у четырех образцов) принадлежит  $\alpha\text{-Fe}$ , имеющего  $H_l=33.04$  Т. Точность измерения этой фазы железа составила 1%. Обнаружение  $\alpha\text{-Fe}$  в пробах представляет особый интерес в науках о Земле.

По результатам обработки измеренных ЯГРС спектров определены степень окисленности по соотношению  $\text{Fe}^{3+}/\Sigma\text{Fe}$  и парциальные спектры, отражающие отдельные валентно-координационные состояния ионов железа.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комский Н.М., Трофименко Г.Л. Некоторые особенности эпигенеза глинистых пород нефтегазоносных площадей. // Геохимия. – 1986. – № 7. – С. 1012–1019.
2. Коровушкин В.В., Голева Р.В. Мессбауэровская спектроскопия в решении задач экологии. // Вестник Краунц. Серия Науки о земле – 2004. – № 4. – С. 40–50.
3. Grodzicki M., Lebernegg S.H. Computation and Interpretation of Mossbauer Parameters of Fe-bearing Compounds.- Department of Materials Research and Physics University of Salzburg, Austria. <http://www.researchgate.net/publication/>

### ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ИМПУЛЬСНОГО ПУЧКА ФОТОНОВ

В.М. Головков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [golovkov@tpu.ru](mailto:golovkov@tpu.ru)

Распространение ядерного оружия или ядерных материалов, представляет серьезную угрозу международному миру и безопасности, особенно если они попадут в руки лиц, способных совершить акты ядерного терроризма.

Для обнаружения нелегальной деятельности с использованием ядерных материалов и устройств необходимы технические средства их обнаружения в различных ситуациях. В частности, такая необходимость возникает при таможенном контроле грузов, пересекающих границу, при контроле мобильных объектов (автомобилей, малых судов) вне пунктов пропуска, а также при контроле других объектов.

В докладе дан обзор существующих методов обнаружения ядерных материалов и обоснована перспективность метода обнаружения ядерных материалов с помощью импульсного пучка фотонов [1].

На основе численного моделирования переноса импульсного пучка фотонов тормозного излучения с граничной энергией 30 МэВ и рожденных фотонейтронов в объектах, в которых находится и отсутствует скрытый ядерный материал, определены отличительные особенности и получены характеристики потока вторичных нейтронов, выходящих из объекта [2,3].

Показано, что при воздействии на объект импульсным пучком фотонов высокой энергии можно обеспечить обнаружение ядерных материалов с высокой избирательностью и чувствительностью.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головков В.М., Чахлов В.Л., Штейн М.М. Способ и устройство для обнаружения делящихся материалов. Патент на изобретение РФ №2249201, G01N/23, приоритет от 15.03.2003, опубл. 27.03.2005 Бюл. №9.
2. Исаев В.В., Головков В.М. Программа расчета генерации вторичных нейтронов при воздействии электромагнитного излучения на гетерогенные объекты // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ от 09.01.2014 № 2014610380
3. Головков В.М. Численная модель генерации нейтронов в гетерогенном объекте под действием импульсного тормозного излучения // Известия вузов. Физика, т.57, №11/2, 2014. – С. 316 — 320.

#### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НАБОРА ПАРАМЕТРОВ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА FRAM НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ

Д.Ф. Гончаров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [dmitry.goncharov.1994@gmail.com](mailto:dmitry.goncharov.1994@gmail.com)

Гамма-спектрометрические методы анализа, основанные на исследовании энергетических спектров гамма-излучения, получили широкое распространение в сфере атомной энергетики, в частности, в области учета и контроля ядерных материалов[1]. Такой метод имеет ряд преимуществ, такие как высокая точность и малые затраты времени, а также возможность проводить как качественный, так и количественный анализ, а также он является методом неразрушающего анализа.

Исследования делящегося материала гамма-спектрометрическим методом проводились с использованием программного пакета FRAM. FRAM – программный пакет, реализующий метод соотношения пиков полного поглощения для анализа спектров амплитуд импульсов, полученных с детекторов гамма-излучения высокого разрешения. Для расчёта изотопного состава FRAM использует известные фундаментальные параметры – такие, как периоды полураспада и квантовые выходы линий[2]. Данный способ расчета обеспечивает независимость результатов анализа от размеров, формы и химического состава образца, геометрии измерения и параметров контейнера, а также, отсутствует необходимость в калибровке с помощью стандартных образцов, что делает использование данного пакета экономически выгодным.

В качестве делящегося материала был выбран образец стандартного изотопного состава урана, обогащенного до 90% по изотопу  $U^{235}$ . Для измерений использовался германиевый полупроводниковый коаксиальный детектор производства фирмы Canberra. Программный пакет FRAM позволяет устанавливать различные коэффициенты, учитывающие уникальность образца, его материального состава, геометрического параметра. Однако производителем предусмотрено четыре стандартных настройки. В работе произведено сравнение измеренных величин обогащения при разных стандартных настройках.